

ПОВЕДЕНИЕ ЦЕМЕНТИТА В УСЛОВИЯХ ПОВЕРХНОСТНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

Ромашова Ю.Н., Морева Н.А.

Руководитель – доцент, к.т.н. Батаев И.А.

Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск,
julevern@inbox.ru

Интенсивная поверхностная пластическая деформация (ИППД) в настоящее время получила широкое распространение за счет обеспечения высоких механических свойств. Известно, что методы ИППД позволяют формировать нанокристаллическую структуру в тонком поверхностном слое. Особый интерес представляет поведение гетерофазных структур и высокопрочных карбидных включений в условиях ИППД.

Цементит является фазой, от состояния которой в значительной степени зависят механические свойства перлитных сталей. Его поведение в условиях интенсивной пластической деформации изучено недостаточно подробно. В связи с этим, в работе изучали характер деформации цементита, входящего в эвтектоид, и видманштеттова цементита в процессе ультразвуковой поверхностной пластической деформации.

В качестве материала для исследований была выбрана сталь У8 со структурой грубопластинчатого перлита. Для получения пластинчатого и видманштеттова цементита проводилась предварительная термическая обработка, которая заключалась в нормализации и цементации, соответственно. Полученные пластины стали У8 с различной морфологией цементита, обрабатывались высокопрочным индентором, колеблющегося с ультразвуковой частотой. Особенности пластической деформации цементита различной морфологии оценивали методами оптической и электронной микроскопии, а также проведением дюрOMETрических исследований.

В исходном состоянии (Рис. 1 а-в) сталь представляет грубопластинчатую структуру с частично глобулярным цементитом. В нормализованном состоянии сталь содержит тонкопластинчатый цементит. Насыщение стали углеродом обеспечило формирование цементита видманштеттова типа.

На рисунке 1 г-е показаны типичные картины деформированного цементита. Цементитные частицы, независимо от морфологии, ориентируются по направлению движения инструмента и пластически деформируются. По данным металлографических исследований глубина деформированного слоя составляет 20-40 мкм.

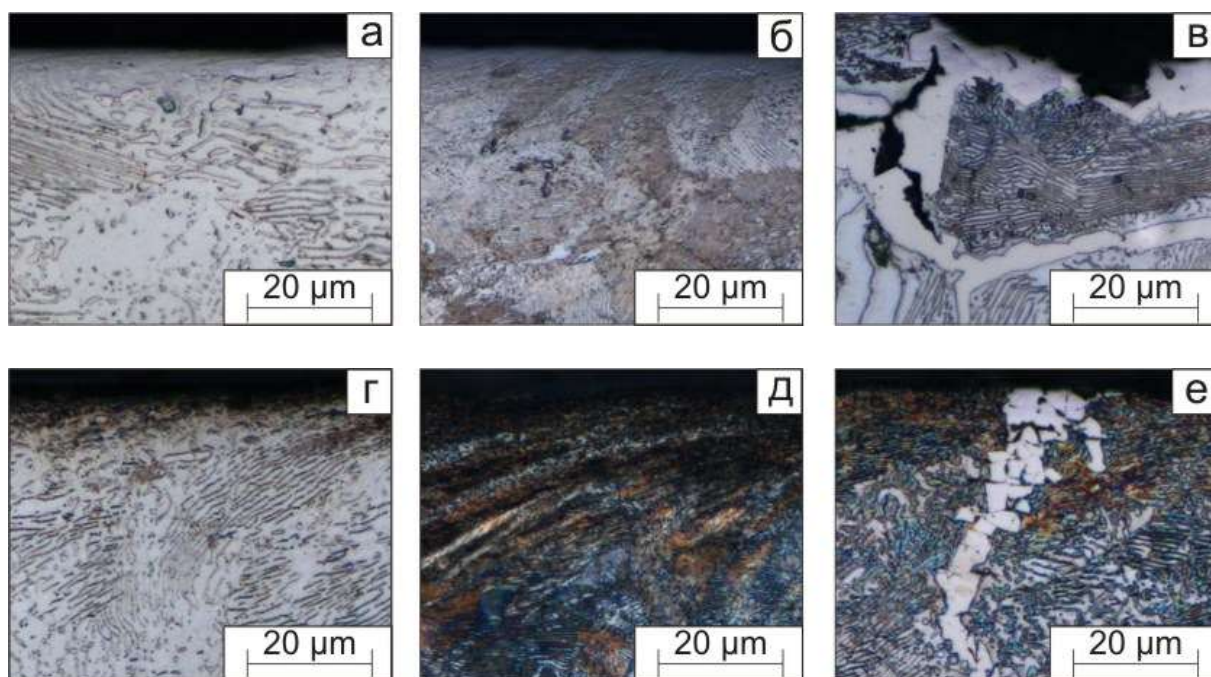


Рис. 1. Структура поверхностного слоя стали У8 с различным типом цементита до (а, б, в) и после (г, д, е) ультразвуковой поверхностной пластической деформации.

Под действием высоких сжимающих напряжений и температуры в процессе обработки цементит дробится на мелкие элементы (Рис. 2 а, в). Кроме того, в процессе нагружения индентором происходит смещение разрушенных пластин цементита относительно друг друга. Основным фактором, влияющим на поведение цементита, является его толщина. С увеличением толщины цементитных пластин склонность их к хрупкому разрушению возрастает. Неоднородная пластическая деформация является причиной формирования вихревых феррито-цементитных построений (Рис. 2 б). В большей степени такое поведение характерно для цементита пластинчатого типа.

Поведение цементитных пластин при пластической деформации во многом зависит от их ориентировки. Проведенные исследования показали, что цементит, ориентированный параллельно плоскости нагружения, подвержен хрупкому разрушению. С другой стороны, цементитные пластины, расположенные перпендикулярно оси воздействия инструмента деформируются пластически, образуя при этом характерные волны.

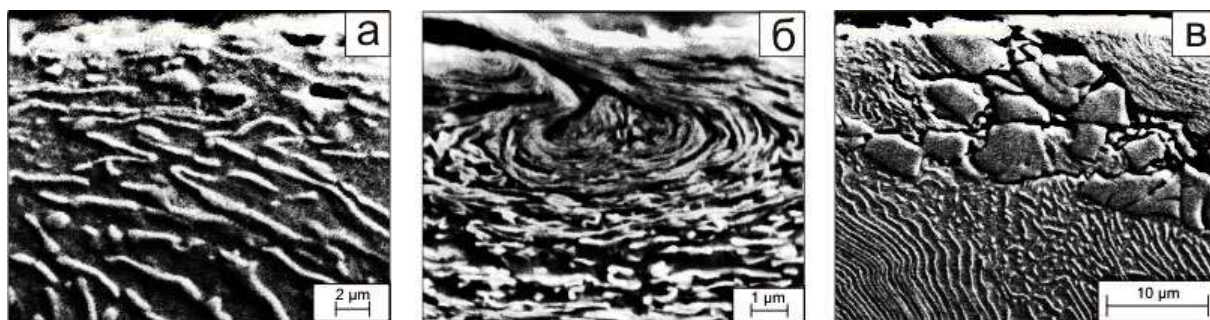


Рис. 2. Интенсивная пластическая деформация цементита различного типа: а – грубопластинчатого, б – тонкопластинчатого, в – видманштеттова.

На рисунке представлен график микротвердости поверхностного слоя стали У8 с различной морфологией цементита, обработанного индентором, колеблющегося с ультразвуковой частотой. После обработки микротвердость поверхностного слоя значительно увеличилась и составила 370 HV для грубопластинчатого цементита, 450 HV для тонкопластинчатого цементита и 590 HV для цементированной стали. По мере удаления от поверхности происходит резкое падение значения микротвердости до 315, 320 и 360 HV для грубопластинчатого, тонкопластинчатого и видманштеттова цементита соответственно.

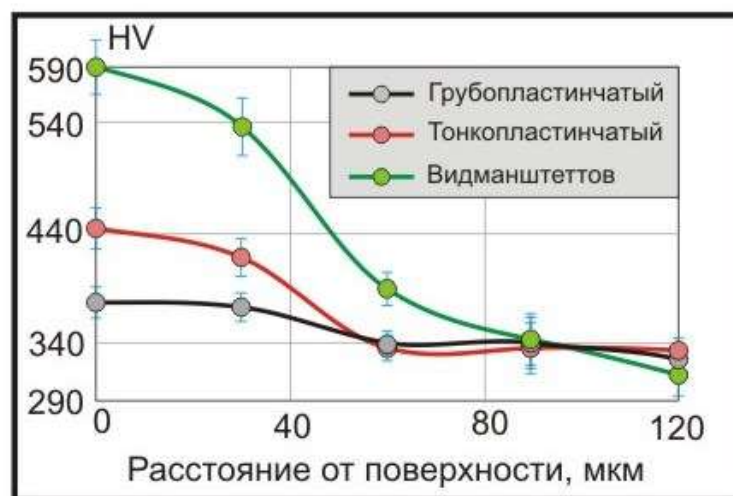


Рис. 3. Микротвердость поверхностного слоя стали У8, обработанного индентором, колеблющегося с ультразвуковой частотой.